

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-136498

(43)Date of publication of application : 11.05.1992

(51)Int.Cl.

F04D 27/00

(21)Application number : 02-257393

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 28.09.1990

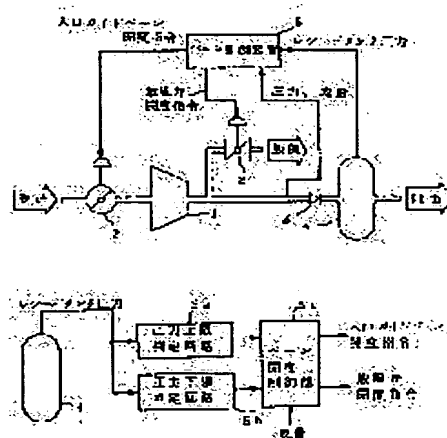
(72)Inventor : KURAUCHI SHIGERU

## (54) CAPACITY CONTROL DEVICE OF CENTRIFUGAL COMPRESSOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To reduce motive power of a compressor and consumption power, and prevent hunting and surging by providing a vane control device which controls an inlet guide vane and a blowing valve, and also providing a loaded/ unloaded control circuit on the vane control device.

CONSTITUTION: A loaded/unloaded operation control circuit is provided on a vane control device. In the case that a vane opening control part 5c detects that a requiring blowing rate in a plant becomes less than a minimum blowing rate of a centrifugal compressor 1, a blowing release valve opening command is presented for full-open, and then an inlet guide vane opening command is presented for full-close, so that the centrifugal compressor is operated under an unloaded condition. In the case that an inner pressure of a receiver tank 4 is decreased as time passes and a pressure lower limit judgment circuit 5b judges the lower limit, the vane opening command is presented for full-open, then the blowing release valve opening command is presented for full-close, so that the centrifugal compressor 1 is operated under a loaded condition. In turn, when a pressure upper limit judgment circuit 5a judges an upper limit of the receiver tank pressure, the centrifugal compressor 1 is operated under the unloaded condition.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

BEST AVAILABLE COPY

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-136498

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)5月11日

F 04 D 27/00

I 0 1 J

8409-3H

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑮ 発明の名称 遠心圧縮機の容量制御装置

⑯ 特 願 平2-257393

⑰ 出 願 平2(1990)9月28日

⑱ 発 明 者 倉 内 繁 茨城県土浦市神立町603番地 株式会社日立製作所土浦工場内

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑳ 代 理 人 弁理士 高橋 明夫 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

遠心圧縮機の容量制御装置

2. 特許請求の範囲

1. 吸込風量を制御する入口ガイドベーンと、放風量を制御する放風弁と、圧縮気体を溜めるレシーバタンクとを有する遠心圧縮機において、

前記入口ガイドベーンおよび前記放風弁を制御するベーン制御装置を設け、

需要側の必要風量が遠心圧縮機の最小風量以下のときは、前記放風弁を全開にし前記入口ガイドベーンを全閉にして当該遠心圧縮機を無負荷運転し、前記レシーバタンク内部圧力が低下して設定下限に達したときは、前記入口ガイドベーンを全開にし前記放風弁を全閉にして負荷運転を行うように、前記ベーン制御装置に負荷・無負荷制御回路を設けた

ことを特徴とする遠心圧縮機の容量制御装置。

2. 吸込風量を制御する入口ガイドベーンと、放風量を制御する放風弁と、圧縮気体を溜めるレ

シーバタンクとを有する遠心圧縮機において、

前記入口ガイドベーンおよび前記放風弁を制御するベーン制御装置を設け、

このベーン制御装置に、前記レシーバタンクの圧力変動に対応して圧力上限値および下限値を設定する回路を設け、

前記レシーバタンクの圧力変動の周期が短いときは圧力上限値を大きくして前記入口ガイドベーンの動作を少なくし、前記圧力変動の周期が長いときは圧力上限値を小さくして前記レシーバタンクの圧力変動を小さくするように制御回路を構成した

ことを特徴とする遠心圧縮機の容量制御装置。

3. ベーン制御装置に、遠心圧縮機の風圧からサージ点を設定して最小風量を求める回路を設けたことを特徴とする請求項1または2記載のいずれかの遠心圧縮機の容量制御装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、遠心圧縮機の容量制御装置に係り、

特に、消費電力の低減を図るのに好適な遠心圧縮機の容量制御装置に関するものである。

#### 〔従来の技術〕

まず、従来の遠心圧縮機の容量制御について、第2図を参照して説明する。

第2図は、一般的な遠心圧縮機の性能特性図であり、横軸に風量 $Q$ 、縦軸に圧力 $P$ および動力 $W$ をとって、遠心圧縮機の特性格線、サージラインおよび動力曲線を示している。

第2図において、需要側プラント設備（以下プラントという）における通常の運転時の必要圧力を $P_0$ 、必要風量を $Q_a$ とする。このときの圧力 $P_0$ 、風量 $Q_a$ の点Aを通る遠心圧縮機の特性格線をaに示す。

一般に遠心圧縮機は、風量を絞るとサージング現象を引き起し、内部の羽根車を破損するような事故の怖れがある。このため、遠心圧縮機ごとに必要圧力 $p_0$ を満足しサージング現象を生じない最小風量が決まり、その点が第2図のB点であり、この場合の特性格線はbとなり、最小風量は $Q_b$

である。

遠心圧縮機では、プラントの必要圧力 $P_0$ を一定とした場合に、必要風量が $Q_a$ から $Q_b$ へ下る間は、遠心圧縮機の吸込側にある入口ガイドベーンを制御することによって吸込風量を調整し、圧力および風量制御を行う。

ここで、プラントの必要風量が少なくなり、例えば第2図に示す $Q_0$ となった場合は、サージング発生の関係から、B点以下には入口ガイドベーンを閉じることができない。したがって、通常、入口ガイドベーンの圧力点はB点とし、 $Q_b - Q_0$ の風量を放風弁を介して放風することにより、遠心圧縮機の最小風量 $Q_b$ を確保し、かつプラント必要量の流量 $Q_0$ を得るものである。

このため、圧縮機駆動用モータの動力は、第2図の動力曲線に示されるように、プラント必要風量が $Q_b$ 以下では動力 $W_0$ となり動力が低下しない特性となっている。

なお、遠心圧縮機のベーンコントロール装置として関連するものには、例えば特公昭57-49

759号公報が挙げられる。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術は、プラント必要風量が遠心圧縮機最小風量 $Q_b$ までの間は入口ガイドベーンを制御し、遠心圧縮機吸込風量を調整するため、プラント必要風量の減少にともない圧縮機動力を低減できるので問題はない。

しかし、プラント必要風量が遠心圧縮機最小風量以下の場合には、サージング回避のため圧縮機動力を低減することができないという問題がある。

一般に、圧縮機には、遠心形の他に、螺旋状の腔部と溝部とをそれぞれ有する一対の雄ロータおよび雌ロータが互いにケーシング内を噛み合いながら回転し、吸込口から吸込んだ気体を圧縮する形式の容積形がある。容積圧縮機では、サージング現象がないため、必要風量減少にともない動力を低減することが可能である。一方、遠心圧縮機では容積圧縮機にくらべ消費電力低減を行うことができない問題点がある。

本発明は、上記従来技術の問題点を解決するた

めになされたもので、需要側のプラントが必要とする風量が、遠心圧縮機の最小風量以下となったときには圧縮機動力を低減させ、消費電力を低減することを可能とする遠心圧縮機の容量制御装置を提供すること、第1の目的とするものである。

また、本発明の第2の目的は、入口ガイドベーンの頻繁な動作によるハンチングを防止しうる遠心圧縮機の容量制御装置を提供することにある。

さらに、本発明の第3の目的は、サージングを防止し、圧縮機を高効率で使用する遠心圧縮機の容量制御装置を提供することにある。

#### 〔課題を解決するための手段〕

上記第1の目的を達成するために、本発明の遠心圧縮機の容量制御装置に係る第1の発明の構成は、吸込風量を制御する入口ガイドベーンと、放風量を制御する放風弁と、圧縮気体を溜めるレシーバタンクとを有する遠心圧縮機において、前記入口ガイドベーンおよび前記放風弁を制御するベーン制御装置を設け、需要側の必要風量が遠心圧縮機の最小風量以下のときは、前記放風弁を全開

にし前記入口ガイドベーンを全開にして当該遠心圧縮機を無負荷運転し、前記レシーバタンク内部圧力が低下して設定下限に達したときは、前記入口ガイドベーンを全開にし前記放風弁を全閉にして負荷運転を行うように、前記ベーン制御装置に負荷・無負荷制御回路を設けたものである。

また、上記第2の目的を達成するために、本発明の遠心圧縮機の容量制御装置に係る第2の発明の構成は、吸込風量を制御する入口ガイドベーンと、放風量を制御する放風弁と、圧縮気体を溜めるレシーバタンクとを有する遠心圧縮機において、前記入口ガイドベーンおよび前記放風弁を制御するベーン制御装置を設け、このベーン制御装置に、前記レシーバタンクの圧力変動に対応して圧力上限値および下限値を設定する回路を設け、前記レシーバタンクの圧力変動の周期が短いときは圧力上限値を大きくして前記入口ガイドベーンの動作を少なくし、前記圧力変動の周期が長いときは圧力上限値を小さくして前記レシーバタンクの圧力変動を小さくするように制御回路を構成したものである。

保つことができる。

また、上記第2の発明の技術的手段による働きは次のとおりである。

一般に、レシーバタンク圧力を一定範囲内に保つ場合に、プラント必要風量の変動が大きいと、レシーバタンク圧力が短時間で変動する。そこで、上記動作が頻繁に行なわれて、入口ガイドベーンがハンチングする。

このため、ベーン制御装置における圧力上限値設定回路では、レシーバタンク圧力変動の周期が短い場合には圧力上限値を大きくし、入口ガイドベーンの動作を少なくしてハンチングを防止するよう動作する。また、レシーバタンク圧力変動の周期が長い場合には、逆に圧力上限値を小さくし、レシーバタンク圧力変動を小さくするよう動作する。

さらに、上記第3の発明の技術的手段によれば、サージング点設定回路は、各圧力に対する遠心圧縮機最小流量を、圧縮機特性に合わせて設定するようにしたため、プラント必要圧力が変化する

である。

さらに、上記第3の目的を達成するために、本発明の遠心圧縮機の容量制御装置に係る第3の発明の構成は、ベーン制御装置に、遠心圧縮機の風圧からサージ点を設定して最小風量を求める回路を設けたものである。

#### 〔作用〕

上記第1の発明の技術的手段によれば、ベーン制御装置内部に設けた負荷・無負荷運転制御回路は、レシーバタンクを介して吐出される需要側プラント必要風量が、遠心圧縮機最小風量以下となった場合は、放風弁を全開にし、入口ガイドベーンを全閉にするように作動する。これによって、遠心圧縮機は無負荷運転されるため圧縮機動力が小さくなる。

また、レシーバタンク圧力が、プラントにおける圧縮気体の使用により低下した場合には、入口ガイドベーンを遠心圧縮機最小風量時の開度とし、放風弁を全閉することにより、レシーバタンクへ圧縮気体を供給し、レシーバタンク圧力を一定に

場合には、遠心圧縮機の入口ガイドベーン制御による風量調整を各圧力に対し効率よく行い、また遠心圧縮機のサージングを確実に回避するように動作する。

#### 〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を第1図ないし第6図を参照して説明する。

第1図は、本発明の一実施例に係る遠心圧縮機の容量制御装置の略示系統図、第3図は、第1図のベーン制御装置における負荷・無負荷運転制御回路図、第4図は、第1図のレシーバタンクの圧力変化特性図、第5図は、第1図のベーン制御装置におけるサージ点設定回路図、第6図は、サージ特性図である。

第1図に示す遠心圧縮機の容量制御装置では、遠心圧縮機1は、吸込風量を制御する入口ガイドベーン2、放風量を制御する放風弁3、および圧縮気体を溜めるレシーバタンク4を備えている。ベーン制御装置5は、前記入口ガイドベーン2および放風弁3を制御する。逆止弁6は、前記レシ

ーバタンク4側から前記遠心圧縮機1側への逆流を防止する。

ペーン制御装置5には、負荷・無負荷運転制御回路が設けられており、以下その回路の一例を第3図を参照して説明する。

第3図において、5aは、レシーバタンク4の内部圧力の上限値を設定する圧力上限判定回路、5bは、レシーバタンク4の内部圧力の下限値を設定する圧力下限判定回路、5cは、ペーン開度制御部である。

圧力上限判定回路5aは、レシーバタンクの圧力上限を検出し、圧力下限判定回路5bは、圧力下限を検出する。そして、ペーン開度制御部5cにより、プラント必要風量が遠心圧縮機1の最小風量 $Q_b$ 以下になったとを検出する。

需要側のプラント必要風量が遠心圧縮機1の最小風量 $Q_b$ 以下(第2図参照)の場合には、まず、放風弁開度指令を全開とし、次に入口ガイドペーン開度指令を全開とする。すなわち、放風弁3が全開、入口ガイドペーンが全開となり、遠心圧縮

機1は無負荷運転となる。

ここで、入口ガイドペーン2を全開、放風弁3を全開にすると、遠心圧縮機1の吸込側が低圧力となり、吐出側の方が圧力が高いため、遠心圧縮機1はサージングを引き起こす。このため通常、入口ガイドペーン2は、無負荷運転中でも全開にしないで、サージングにならない開度を止める。ここでは便宜上このような状態を全開と呼ぶことにする。

また、遠心圧縮機1の無負荷運転中は、レシーバタンク4の圧力が高いため、逆止弁6により、レシーバタンク4から遠心圧縮機1への気体の逆流を防止する。

そこで、レシーバタンク4の内部圧力は、時間経過によって低下し、圧力下限判定回路5bにより下限時の判定が行われる。すなわちレシーバタンク4の内部圧力が低下して設定下限に達したときは、ペーン開度指令を全開とし、次に放風弁開度指令を全開とする。すなわち、入口ガイドペーン2が全開、放風弁3が全開となり、遠心圧縮機

1は負荷運転となる。

そして、レシーバタンク圧力の上限を圧力上限判定回路5aにより検出し、放風弁開度指令を全開、入口ガイドペーン開度指令を全開とし、遠心圧縮機1は無負荷運転する。

以後、負荷・無負荷運転を繰り返すことにより、レシーバタンク圧力を一定範囲内に保つ。また、負荷・無負荷運転を繰り返すことにより平均動力を低減することができるため、最小風量 $Q_b$ 以下で消費電力を低減することができる。第2図に、動力 $W$ の低下の状態を破線で示している。

また、第4図において、レシーバタンク4の圧力下限値が $P_0$ 、圧力上限値が $P_1$ の場合に、レシーバタンク内部圧力が負荷運転により $P_1$ から $P_0$ に達し、さらに無負荷運転により $P_1$ から $P_0$ になるまでの圧力変動周期 $T_1 - T_2$ が短い場合、入口ガイドペーン2および放風弁3の動作が頻繁となり、これらの寿命を縮めることになる。

このため、圧力変動周期 $T_1 - T_2$ が、入口ガイドペーン2および放風弁3の動作寿命より決まる

圧力変動周期 $T_1$ 以下である場合には、圧力上限判定回路5aの判定値を $P_1 \rightarrow P_2$ と変化させる。この場合の圧力変動周期 $T_1 - T_2$ が前記 $T_1$ よりまだ短い場合は、さらに圧力上限判定回路5aの判定値を $P_2 \rightarrow P_3$ と変化させ、圧力変動周期 $T_1 - T_2$ を前記 $T_1$ より長くさせる。

このように、レシーバタンク4の圧力変動周期が、入口ガイドペーン2および放風弁3の動作寿命により決まる圧力変動周期 $T_1$ より長くなるように圧力上限判定回路5aの判定値を $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow P_3$ と変化させることにより、入口ガイドペーン2および放風弁3の頻繁な動作を防止し、長寿命化を図ることができる。

さらに、図示しないが、圧力変動の周期が前記 $T_1$ より長いときは逆に圧力上限値を小さくして前記レシーバタンク4の圧力変動を小さくするものである。

次に、第5図にサージング点設定回路を示す。

前記の負荷・無負荷運転を行わない遠心圧縮機1の制御においては、第2図に示したサージング

ライン以上の風量で使用するのが効率がよい。このため、できるだけ圧縮機の特性に合わせたサージラインとする必要がある。

第5図において、サージング点設定回路5eは、圧力(風圧)Pからサージング点を関数 $f(P)$ により設定する回路である。比較器5dは、サージング点設定回路5eにより設定したサージング点と風量を比較し、サージング点に到達することを判定する。これにより、第6図中のサージラインcのように関数 $f(P)$ を設定することにより、サージラインを圧縮機の特性に合わせて設定できるため、第2図に示したサージラインに相当する2点鎖線のサージラインsのような直線の場合とくらべ、斜線部の分、遠心圧縮機1をサージライン以上の風量で使うことができる。

また、サージラインは、 $f(P)$ の設定により曲線にすることも可能であり、遠心圧縮機の各圧力に対するサージング点の軌跡と一致させれば、最高効率で利用できる。

〔発明の効果〕

路図、第4図は、第1図のレシーバタンクの圧力変化特性図、第5図は、第1図のベーン制御装置におけるサージ点設定回路図、第6図は、サージ特性図である。

1…遠心圧縮機、2…入口ガイドベーン、3…放風弁、4…レシーバタンク、5…ベーン制御装置、5a…圧力上限判定回路、5b…圧力下限判定回路、5c…ベーン開度制御部、5e…サージング点設定回路。

代理人 弁理士 高橋 明夫  
(ほか1名)

以上詳細に説明したように、本発明によれば、次の効果がある。

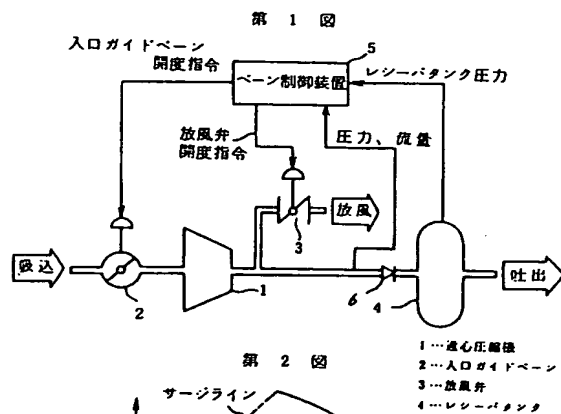
(1) 需要側のプラントが必要とする風量が、遠心圧縮機の最小風量以下となったときにも圧縮機動力を低減させ、消費電力を低減することを可能にする遠心圧縮機の容量制御装置を提供することができる。

(2) レシーバタンクの圧力変動周期に応じて圧力上限値を可変にしたので、圧力ガイドベーンの頻繁な動作によるハンチングを防止しうる遠心圧縮機の容量制御装置を提供することができる。

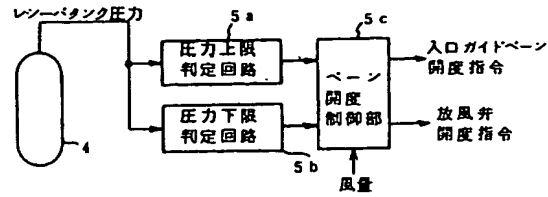
(3) サージラインを必要圧力により設定できるので、サージングを防止し、圧縮機を高効率で使うしうる遠心圧縮機の容量制御装置を提供することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

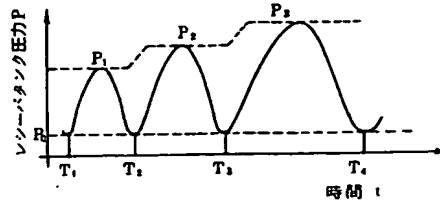
第1図は、本発明の一実施例に係る遠心圧縮機の容量制御装置の略示系統図、第2図は、一般的な遠心圧縮機の性能特性図、第3図は、第1図のベーン制御装置における負荷・無負荷運転制御回



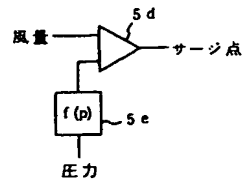
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

